

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-302350

(P 2 0 0 1 - 3 0 2 3 5 0 A)

(43) 公開日 平成13年10月31日 (2001. 10. 31)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル (参考)
C04B 35/49		C04B 35/49	T 4G031
H01L 41/187		H01L 41/18	101 F

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-117463 (P 2000-117463)

(22) 出願日 平成12年 4 月 19 日 (2000. 4. 19)

(71) 出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山 6 丁目 7 番 1 号

(71) 出願人 000239736

トーキンセラミクス株式会社

兵庫県宍粟郡山崎町須賀沢 231 番地

(72) 発明者 伊勢 理

宮城県仙台市太白区郡山 6 丁目 7 番 1 号

株式会社トーキン内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外 2 名)

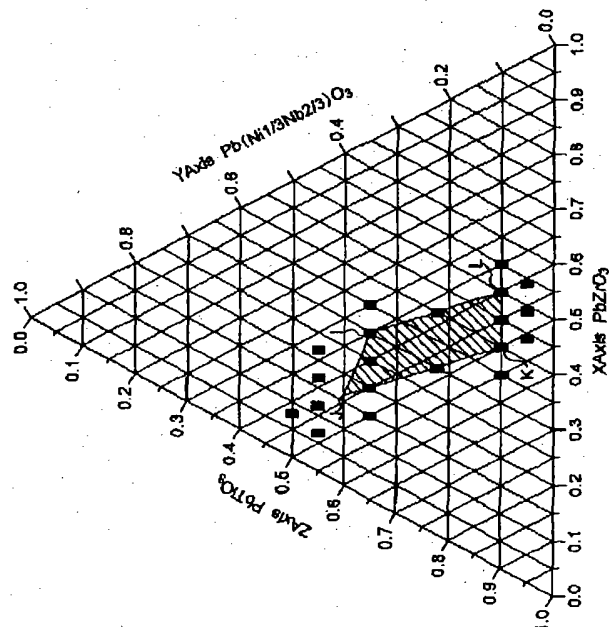
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電磁器組成物

(57) 【要約】

【課題】 特に高電界下での圧電変位量が大きく、且つ比誘電率の温度変化が小さいとともに、絶縁性に優れた圧電磁器組成物を提供する。

【解決課題】 圧電磁器組成物は、組成式 $a \text{ PbTiO}_3 + b \text{ PbZrO}_3 + c \text{ Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ($a + b + c = 100$) で表され、その組成範囲が、図 1 における I 点、J 点、K 点、L 点の各組成点を結ぶ線およびこの 4 点に囲まれた領域とする範囲を母成分とし、総量に対して Sb 及び Nb の内の少なくとも一種を 0 ~ 0.4 mol % (0 を除く) の範囲で添加した組成物である。この組成物は、分極軸と同一方向に、500 kV/m の直流電界を印加したときの圧電変位が、500 pm/V 以上を示し、かつ、 $-40^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$ の範囲で、比誘電率の温度変化が 300 % 以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 組成式 $a\text{PbTiO}_3 + b\text{PbZrO}_3 + c\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ($a+b+c=100$) で表され、その組成範囲が、図1におけるI点 ($a=35\text{mol}\%$, $b=30\text{mol}\%$, $c=35\text{mol}\%$)、J点 ($a=44\text{mol}\%$, $b=16\text{mol}\%$, $c=40\text{mol}\%$)、K点 ($a=50\text{mol}\%$, $b=40\text{mol}\%$, $c=10\text{mol}\%$)、L点 ($a=40\text{mol}\%$, $b=50\text{mol}\%$, $c=10\text{mol}\%$) の組成点を結ぶ線上およびこの4点に囲まれた領域とする範囲を母成分とし、総量に対してSb及びNbの内の少なくとも一種を0~0.4mol% (0を除く) の範囲で添加した組成物であって、分極軸と同一方向に、500kV/mの直流電界を印加したときの圧電変位が、500pC/m/V以上を示し、かつ、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ の範囲で、比誘電率の温度変化が300%以下であることを特徴とする圧電磁器組成物。

【請求項2】 請求項1記載の圧電磁器組成物において、総量に対して、MnをMnOで表される酸化物に換算して、0~0.05wt% (0は含まない) の割合で含有し、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ における比抵抗が $1.0 \times 10^{11} \Omega\text{cm}$ 以上であることを特徴とする圧電磁器組成物。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はチタン酸ジルコン酸鉛を主成分とする圧電磁器組成物に関するものであり、特に高電界下での圧電変位量が大きく、且つ比誘電率の温度変化が小さいとともに、絶縁性に優れた圧電磁器組成物に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、圧電磁器材料としては、 PbTiO_3 や PbZrO_3 を主成分として含む圧電セラミックス (以下、PZT系圧電セラミックスと呼ぶ) や、複合ペロブスカイト類を第三、第四成分として固溶させた多成分系PZT系圧電セラミックスが、圧電定数が大であるために、圧電振動子を初めとしてアクチュエータ用の材料として広く利用されている。これらの系の材料は、一般にモルフォトピック相境界 (MPB) 近傍組成において、圧電定数 (d定数) 等の圧電変位に寄与する特性が向上するため、アクチュエータ用材料としては、前期のMPB近傍組成の圧電磁器材料が広く実用化されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記圧電定数は、一般にEMAS-6100等で示された、共振一反共振法で求められた値であり、基本的には低電界 (約数百V/m程度) 印加時の圧電変位の割合を示している。これに対し、実際の圧電アクチュエータにおける駆動電界は、数百KV/m~数千KV/mにもなり、前

記方法で求めた圧電定数が実用的な意味を持たない場合がある。

【0004】 さらに、近年圧電アクチュエータ利用範囲の広がりにともない、広い温度範囲での特性安定性、特に静電容量の温度安定性が求められている。例えば、自動車用部品として圧電アクチュエータが使用される場合には、その使用環境に応じて、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ にもなる広い温度範囲での特性安定性が要求される場合がある。これに対し、一般に前記MPB近傍組成での圧電磁器材料は、比誘電率の温度変動が大きくなり、広い温度範囲におけるアクチュエータ特性の安定性、特に静電容量の安定性に問題が生じている。 $\text{PbTiO}_3 - \text{PbZrO}_3 - \text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 系 (以下、PNN-PZT系と呼ぶ) の圧電磁器組成物はd定数が大きいため、アクチュエータ素子用の圧電磁器材料として利用されている。

【0005】 しかし、圧電アクチュエータの応用範囲が広がるにつれ、さらに大きなd定数を持つ材料が求められている、また、この系の圧電磁器材料は電気抵抗率が比較的小さく、積層型圧電素子のように一層の厚みが100μm前後の素子に使用した場合、印加できる電圧を大きくできず、十分な特性を引き出せなかったり、使用中に絶縁破壊してしまう等の問題点が生じている。

【0006】 また、前記PNN-PZT系圧電磁器材料は、電気抵抗率の温度変動も大きいため、特に前述のような広い温度範囲で使用する場合には、さらに信頼性が低下するなどの問題があった。

【0007】 そこで、本発明の技術的課題は、特に高電界下での圧電変位量が大きく、且つ比誘電率の温度変化が小さいとともに、絶縁性に優れた圧電磁器組成物を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、組成式 $a\text{PbTiO}_3 + b\text{PbZrO}_3 + c\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ($a+b+c=100$) で表される圧電磁器材料の圧電変位特性を種々調査した結果、その組成範囲が所定の領域である母成分に対し、Nb, Sbの内の少なくとも一種を副成分として適量添加する事で分極軸と同一方向に、500kV/mの直流電界を印加したときの圧電変位 (以下、d33 (500kV) と呼ぶ) が母成分のみの場合より改善され、かつ、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ の範囲における比誘電率の温度変化の劣化が少ない圧電磁器組成物を見いだした。

【0009】 また、上記圧電磁器材料に対して、MnをMnOで表される酸化物に換算して、0~0.05wt% (0は含まない) の割合で含有することにより、表記の圧電磁器材料の絶縁性が向上することを見出し、本発明を為すに至ったものである。

【0010】 即ち、本発明によれば、組成式 $a\text{PbTiO}_3 + b\text{PbZrO}_3 + c\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ($a+b+c=100$) で表される圧電磁器材料の絶縁性が向上することを見出し、本発明を為すに至ったものである。

$b_2/3$) O_3 ($a+b+c=100$) で表され、その組成範囲が、図1におけるI点 ($a=35\text{mol}\%$, $b=30\text{mol}\%$, $c=35\text{mol}\%$)、J点 ($a=44\text{mol}\%$, $b=16\text{mol}\%$, $c=40\text{mol}\%$)、K点 ($a=50\text{mol}\%$, $b=40\text{mol}\%$, $c=10\text{mol}\%$)、L点 ($a=40\text{mol}\%$, $b=50\text{mol}\%$, $c=10\text{mol}\%$) の組成点を結ぶ線上およびこの4点に囲まれた領域とする範囲を母成分とし、総量に対してSb及びNbの内の少なくとも一種を0~0.4mol% (0を除く) の範囲で添加した組成物であって、
10 分極軸と同一方向に、500kV/mの直流電界を印加したときの圧電変位が、500pm/V以上を示し、かつ、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ の範囲で、比誘電率の温度変化が300%以下であることを特徴とする圧電磁器組成物が得られる。

【0011】また、本発明によれば、前記圧電磁器組成物において、総量に対して、MnをMnOで表される酸化物に換算して、0~0.05wt% (0は含まない) の割合で含有し、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ における比抵抗が $1.0\times 10^{11}\Omega\text{cm}$ 以上であることを特徴とする圧
20 電磁器組成物が得られる。

【0012】

【発明の実施の形態】まず、本発明の圧電磁器組成物について説明する。

【0013】図1は本発明の圧電磁器組成物の基本組成である母成分を三角座標を用いて示す図である。

【0014】図1に示すように、本発明の圧電磁器組成物の母成分は、組成式 $a\text{PbTiO}_3 + b\text{PbZrO}_3 + c\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ($a+b+c=100$) で表される組成範囲において、I点 ($a=35\text{mol}\%$, $b=30\text{mol}\%$, $c=35\text{mol}\%$)、J点 ($a=44\text{mol}\%$, $b=16\text{mol}\%$, $c=40\text{mol}\%$)、K点 ($a=50\text{mol}\%$, $b=40\text{mol}\%$, $c=10\text{mol}\%$)、L点 ($a=40\text{mol}\%$, $b=50\text{mol}\%$, $c=10\text{mol}\%$) の組成点を結ぶ線上およびこの4点に囲まれた領域とする範囲である。
30

【0015】そして、本発明の圧電磁器組成物の一例では、この母成分に、総量でSb及びNbの内の少なくとも一種を0~0.4mol% (0を除く) の範囲で添加したものである。この圧電磁器組成物は、分極軸と同一
40 方向に、500kV/mの直流電界を印加したときの圧電変位が、500pm/V以上を示し、かつ、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ の範囲で、比誘電率の温度変化が300%以下と、比誘電率の温度変化による劣化を少なくしたものである。

【0016】また、本発明の圧電磁器組成物のもう一つの例では、前記の圧電磁器組成物において、総量に対して、MnをMnOで表される酸化物に換算して、0~0.05wt% (0は含まない) の割合で含有するものである。

【0017】この圧電磁器組成物は、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ における比抵抗が $1.0\times 10^{11}\Omega\text{cm}$ 以上と、絶縁性が著しく向上したものである。

【0018】以下、本発明の発明の実施の形態について具体的に説明する。

【0019】(第1の実施の形態) 酸化鉛 (PbO)、酸化チタン (TiO_2)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化ニッケル (NiO)、酸化ニオブ (Nb_2O_5) を原料として用い、目標組成となるように秤量し、これらの原料粉をジルコニアボールとともにアクリルポット中に入れ、20時間湿式混合した。

【0020】次に、これらの混合粉を脱水乾燥後、アルミナこす鉢中で予焼を行ってから、各予焼粉をアクリルポット中ジルコニアボールにて15時間湿式粉碎した。

【0021】引き続き、脱水乾燥して得られた予焼粉碎粉にバインダを混合して加圧し、径 (ϕ) 20mm×厚さ (T) 3mmに成形した。この成形体を $1100^\circ\text{C}\sim 1300^\circ\text{C}$ で2時間焼成し、各焼結体を1mmの厚さに加工した後、両面に銀ペーストを塗布して 450°C で焼き付けて電極を形成することにより、それぞれ組成の異なる評価用の試料とした。このようにして得られた各試料を3kV/mm、で分極処理をし、HP4194Aと恒温槽を使用して、1KHzの比誘電率 ϵ_r の温度特性を測定した。温度特性は、 $-40^\circ\text{C}\sim 400^\circ\text{C}$ の範囲で $5^\circ\text{C}\sim 10^\circ\text{C}$ 毎に30分保持したのち、各温度での1kHzの比誘電率 ϵ_r を測定した。また、d33 (500kV) は、中心点で支持した前記試料に、等速、2秒間で0V→500V→0Vの電圧を印加し、試料厚さ方向の変位をフリンジカウンタ式レーザ変位計を使用して測定して算出した。

【0022】図2は、d33 (500kV) の測定例を示す図である。図2に示すように、厚さ1mmの測定試料に、500Vの直流電圧印加時 (電界強度500kV/m) の変位量からd33 (500kV) を算出した。下記表1の試料No. 19~26に、母成分とNbを添加した組成物のd33 (500kV) と、 $-40^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ でのaの温度変化率を示す。尚、表中*のついた試料No. は、本発明の範囲外を示している。下記表1から、次の事が読み取れる。すなわち、Nbを添加することで温度特性を維持しつつd33 (500kV) の向上が認められる。d33 (500kV) の向上は、Nb添加量が0.4mol%程度をピークとして徐々に低下する。これらの結果から、本発明の目標とする特性は、Nb添加量が0~0.4mol% (0は除く) の範囲で達成されることがわかる。

【0023】(第2の実施の形態) 酸化鉛 (PbO)、酸化チタン (TiO_2)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化ニッケル (NiO)、酸化ニオブ (Nb_2O_5)、酸化アンチモン (Sb_2O_3) を原料として用い、第1の実施の形態と同様に試料を作成、諸特性の評
50

価を行った。

【0024】下記表1の試料No. 27~34に、母成分とSbを添加した組成物のd33 (500kV)と、 $-40^{\circ}\text{C}\sim 170^{\circ}\text{C}$ での α の温度変化率を示す。下記表1中*のついた試料No.は、本発明の範囲外を示している。下記表1から、以下の事が読み取れる。すなわち、Sbを添加することで温度特性を維持しつつ、d33 (500kV)の向上が認められる。d33 (500kV)の向上はSb添加量が0.4mol%程度をピークとして徐々に低下する。これらの結果から、本発明の目標とする特性は、Sb添加量が0~0.4mol%

(0は除く)の範囲で達成されることがわかる。
【0025】(第3の実施の形態)酸化鉛(PbO)、酸化チタン(TiO_2)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、酸化ニッケル(NiO)、酸化ニオブ(Nb_2O_5)、酸化アンチモン(Sb_2O_3)を原料として用

い、第1の実施の形態と同様に試料を作製、諸特性の評価を行った。

【0026】下記表1の試料35~42に、母成分とNb, Sbを複合添加した組成物のd33 (500kV)と、 $-40^{\circ}\text{C}\sim 170^{\circ}\text{C}$ での ϵ_r の温度変化率を示す。下記表1中*のついた試料No.は、本発明の範囲外を示している。下記表1より、以下の事が読み取れる。すなわち、Nb, Sbを複合添加することで温度特性を維持しつつd33 (500kV)の向上が認められる。d33 (500kV)の向上は、Nb, Sbのそれぞれの添加量が0.2mol%程度をピークとして徐々に低下する。これらの結果から、本発明の目標とする特性は、Nb, Sbのそれぞれの添加量が0~0.2mol% (0は除く)の範囲で達成されることがわかる。

【0027】

【表1】

母成分と添加物による圧電定数と比誘電率の温度変化

備考	試料No.	各成分			Nb添加量(mol%)	Sb添加量(mol%)	$d_{33}(500\text{KV})$ /pm·V ⁻¹	$\Delta\epsilon/\%$
		a	b	c				
*	1	43	12	45	—	—	530	500
*	2	44	16	40	—	—	670	170
*	3	39	21	40	—	—	1250	550
*	4	60	15	35	—	—	450	170
*	5	45	20	35	—	—	530	180
*	6	40	25	35	—	—	1000	230
*	7	35	30	35	—	—	800	280
*	8	30	35	35	—	—	700	700
*	9	47.5	30	22.5	—	—	520	160
*	10	37.5	40	22.5	—	—	750	290
*	11	55	35	10	—	—	470	150
*	12	50	40	10	—	—	520	180
*	13	45	45	10	—	—	700	170
*	14	40	50	10	—	—	600	270
*	15	35	55	10	—	—	520	700
*	16	51	44	5	—	—	420	160
*	17	46	49	5	—	—	480	190
*	18	41	54	5	—	—	400	280
	19	47.5	30	22.5	0.1	—	720	160
	20	47.5	30	22.5	0.2	—	805	160
	21	47.5	30	22.5	0.3	—	717	160
	22	47.5	30	22.5	0.4	—	640	150
*	23	47.5	30	22.5	0.5	—	570	160
*	24	47.5	30	22.5	0.6	—	450	170
*	25	47.5	30	22.5	0.7	—	307	180
*	26	47.5	30	22.5	0.8	—	283	170
	27	47.5	30	22.5	—	0.1	731	160
	28	47.5	30	22.5	—	0.2	816	160
	29	47.5	30	22.5	—	0.3	728	160
	30	47.5	30	22.5	—	0.4	651	150
*	31	47.5	30	22.5	—	0.5	581	160
*	32	47.5	30	22.5	—	0.6	461	170
*	33	47.5	30	22.5	—	0.7	318	180
*	34	47.5	30	22.5	—	0.8	294	170
	35	43	34.5	22.5	0.05	0.05	850	210
	36	43	34.5	22.5	0.1	0.1	920	230
	37	43	34.5	22.5	0.15	0.15	1060	235
	38	43	34.5	22.5	0.2	0.2	860	240
*	39	43	34.5	22.5	0.25	0.25	720	255
*	40	43	34.5	22.5	0.3	0.3	612	270
*	41	43	34.5	22.5	0.35	0.35	430	270
*	42	43	34.5	22.5	0.4	0.4	382	270

*印は本発明の範囲外

【0028】(第4の実施の形態)酸化鉛(PbO)、酸化チタン(TiO_2)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、酸化ニッケル(NiO)、酸化ニオブ(Nb_2O_5)、酸化アンチモン(Sb_2O_3)、炭酸マンガ

に秤量し、第1の実施の形態と同様に試料を作成、 -40°C 、 170°C それぞれでの比抵抗を測定した。その結果の一例を図3に示す。図3から、恒温領域では比抵抗が低下するものの、MnOを極微量添加するだけで、比抵抗が顕著に向上し、本発明の目標値を満足することが

わかる。また、 MnO の添加量は、 $0.05\text{wt}\%$ を超えると、それ以上の比抵抗向上効果は望め無いことがわかった。 MnO の過剰な添加は、圧電定数などの圧電特性を劣化させる傾向もあるため、 $0.05\text{wt}\%$ 以下が、本発明の目標に対して適当な値であると判断できる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、高電圧印加時の圧電歪定数が大きく、かつ、比誘電率の温度変化が小さく、高温範囲での電気抵抗率も大きいことから、広い温度範囲で安定な特性を有する圧電磁器材料を

提供でき、アクチュエータ用材料として極めて有用である。

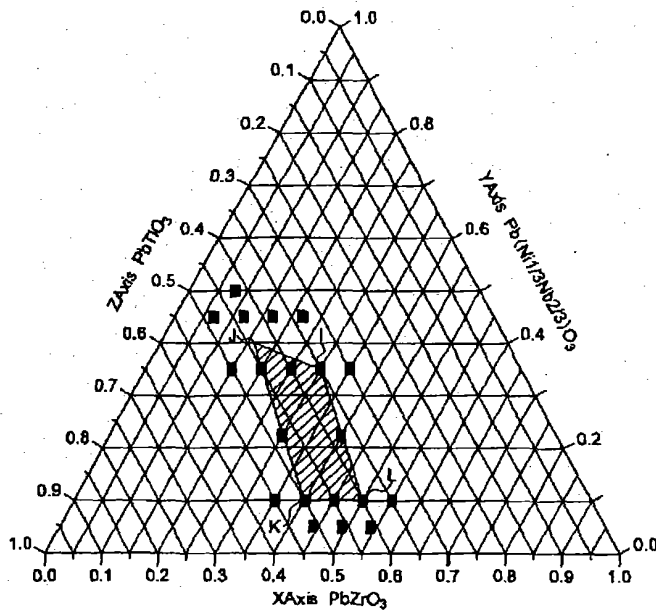
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の圧電磁器組成物の母成分の組成範囲を三角座標で示す図である。

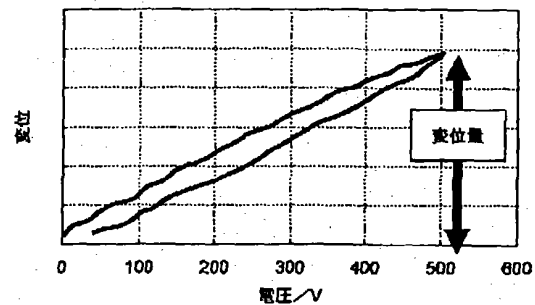
【図2】本発明の第1の実施の形態における、 $d33$ (500 kV) 測定方法の概念を示す図であり、印加電圧と圧電変位の関係を示す図である。

【図3】本発明の第4の実施の形態による圧電磁器組成物の MnO 添加量と、比抵抗の関係を示す図である。

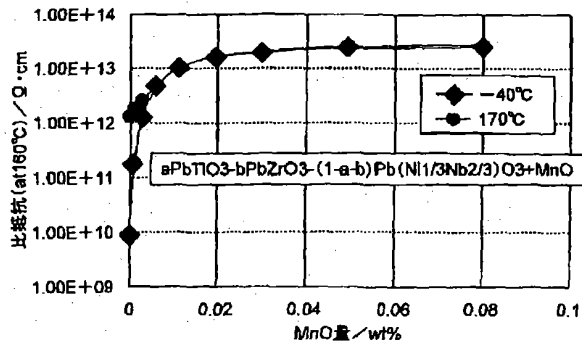
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 間宮 洋一

宮城県仙台市太白区郡山六丁目 7 番 1 号

株式会社トーキン内

(72)発明者 川上 祥広

兵庫県宍粟郡山崎町須賀沢231番地 トー

キンセラミクス株式会社内

Fターム(参考) 4G031 AA11 AA12 AA14 AA19 AA23

AA32 AA34 BA09 BA10 GA02

PIEZOELECTRIC CERAMIC COMPOSITION

Patent Number: JP2001302350
Publication date: 2001-10-31
Inventor(s): ISE OSAMU; MAMIYA YOICHI; KAWAKAMI
Applicant(s): TOKIN CORP.; TOKIN CERAMICS CORP
Requested Patent: ☐ JP2001302350
Application JP20000117463 20000419
Priority Number(s):
IPC Classification: C04B35/49; H01L41/187
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric ceramic composition having a large piezoelectric displacement particularly under a high electric field, a small temperature change of specific dielectric constant and an excellent insulation property.

SOLUTION: The piezoelectric ceramic composition is composed of a mother component expressed by a composition formula, $a\text{PbTiO}_3 + b\text{PbZrO}_3 + c\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$, ($a+b+c=100$) and having a composition range existing on a line formed by connecting composition points of point I, point J, point K and point L in fig. 1 and in the region surrounded by the 4 points, in which 0-0.4 mol% (excluding 0) at least one kind of Sb and Nb per total quantity is added. The composition exhibits ≥ 500 pm/V piezoelectric displacement when 500 kV/m DC electric field is applied in the same direction as the polarization axis and has $\leq 300\%$ temperature change of the specific dielectric constant in the temperature range of (-40) -170 deg.C.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Empirical formula $a\text{PbTiO}_3 + b\text{PbZrO}_3 + c\text{Pb}$ (nickel $1/3\text{Nb}$ $2/3$) I points [in / drawing 1 / it is expressed with O_3 ($a+b+c=100$) and / in the composition range] ($a=35\text{-mol\%}$ and $b=30\text{-mol\%}$ and $c=35\text{-mol\%}$), J point ($a=44\text{-mol\%}$ and $b=16\text{-mol\%}$ and $c=40\text{-mol\%}$), K points ($a=50\text{-mol\%}$ and $b=40\text{-mol\%}$ and $c=10\text{-mol\%}$), Use as a mother component the range made into the field surrounded by the line top which connects L forming points ($a=40\text{-mol\%}$ and $b=50\text{-mol\%}$ and $c=10\text{-mol\%}$), and these four points, and a total amount is received. When it is the constituent of Sb and the Nb(s) which added a kind in [$0\text{-}0.4\text{ mol } \%$] (except for 0) at least and $500\text{kV } [\text{m}]$ direct-current electric field are impressed in the same direction as a polarization shaft The piezoelectric-ceramics constituent which ***** displacement shows 500 or more pm/V , and is characterized by the temperature change of specific inductive capacity being 300% or less in [$-40\text{ degree } \text{C}$ - $170\text{ degrees } \text{C}$].

[Claim 2] The piezoelectric-ceramics constituent which converts Mn into the oxide expressed with MnO to a total amount in a piezoelectric-ceramics constituent according to claim 1, contains at a $0\text{ - }0.05\text{wt\%}$ (0 does not contain) rate, and is characterized by the specific resistance in $-40\text{ degrees } \text{C}$ - $170\text{ degrees } \text{C}$ being more than $1.0 \times 10^{11}\text{-ohmcm}$.

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,2001-302350,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

PRIOR ART

[Description of the Prior Art] Conventionally, as a piezoelectric-ceramics material, since a piezoelectric constant is size, the electrostrictive ceramics (it is hereafter called PZT system electrostrictive ceramics) which contains PbTiO_3 and PbZrO_3 as a principal component, and the multicomponent system PZT system electrostrictive ceramics which made compound perovskites dissolve as the third fourth component are widely used as a material for actuators by making a piezoelectric transducer into the start. the material of these systems -- general -- composition near the mol photograph pick phase boundary (MPB) -- setting -- piezo-electricity, such as a piezoelectric constant (d constant), -- since the property which contributes to a variation rate improves, as a charge of bitter taste CHUE evening material, piezoelectric-ceramics material of composition of the first half near the MPB is put in practical use widely

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the composition range of the mother component of the piezoelectric-ceramics constituent of this invention by the triangular coordinate.

[Drawing 2] It is drawing in the gestalt of operation of the 1st of this invention showing the concept of d33 (500kV) measuring method, and is drawing showing the relation of the piezo-electric displacement by applied voltage.

[Drawing 3] It is drawing showing the relation of specific resistance with the MnO addition of the piezoelectric-ceramics constituent by the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Translation done.]

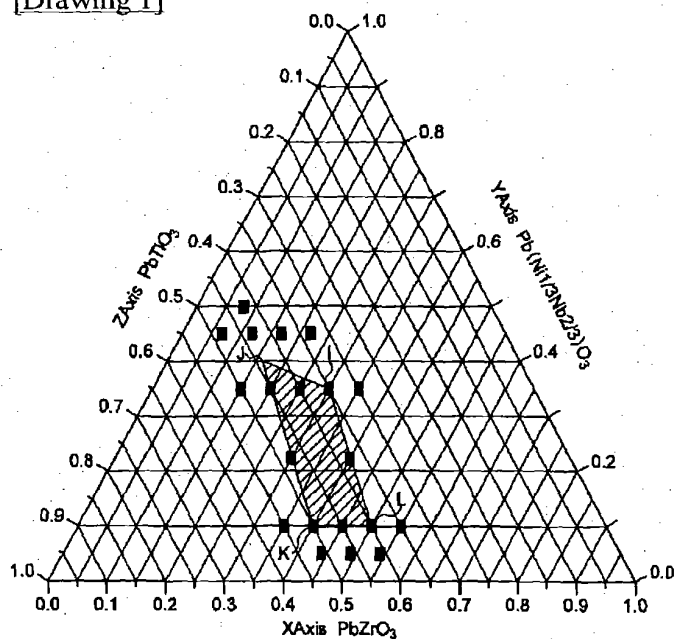
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

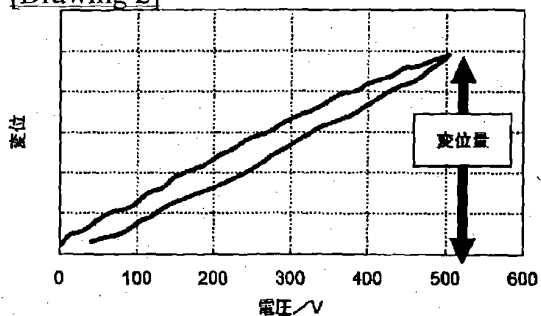
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

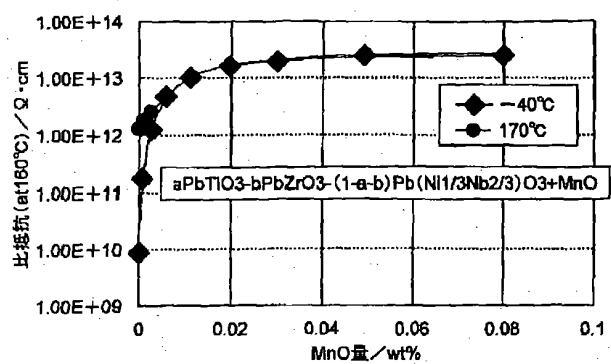
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]